

## О НЕОДНОРОДНОСТИ КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ ПО СЕЧЕНИЮ ФЕРРОМАГНИТНОГО ОБРАЗЦА

А. М. ГРУЗНОВ, И. Г. ЛЕЩЕНКО

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

В основу экспериментального метода доказательства существования неоднородности коэрцитивной силы по сечению ферромагнитного образца положено следующее:

1. Максимумы обратной проницаемости находятся в районах точек  $+H_c$  и  $-H_c$  [1, 2].

2. Модуль максимальной обратной проницаемости примерно равен модулю начальной магнитной проницаемости [3].

3. Коэрцитивная сила является магнитной характеристикой, чрезвычайно чувствительной к структурному состоянию образца и не зависящей от его геометрических размеров [4].

4. На основании пункта 2 глубина проникновения переменной составляющей простого пульсирующего поля в районе точки  $H_c$  и глубина проникновения только переменного поля в предварительно размагниченный образец одинаковы. Незначительные отступления от пункта 2 не столь существенны, поскольку глубина проникновения пропорциональна  $\sqrt{\frac{1}{\mu}}$ .

Эксперимент проводится по схеме, представленной на рис. 1. Размеры соленоида намного больше размеров образца, кроме того, каркас соленоида выполнен из медной трубы с продольной щелью, играющей роль электростатического экрана. Все это говорит о том, что приведенные сопротивления в первичную катушку  $W_1$ , во-первых, незначительны, во-вторых, совершенно не зависят от величины сопротивления внешней цепи соленоида. Сопротивление  $R$  обеспечивает режим заданного тока. Модуль вторичной ЭДС прямо пропорционален модулю обратной проницаемости. Поэтому средние значения коэрцитивной силы на глубине от поверхности, определяемой частотой генератора, можно определять не по максимуму обратной проницаемости, а по максимуму ЭДС через соответствующие значения размагничивающего тока.

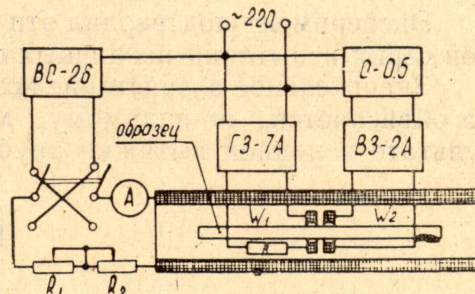


Рис. 1. Блок-схема эксперимента



Для получения более четкого максимума ЭДС последний определяется по максимальному отклонению светового пятна гальванометра, включенного в цепь измерительного прибора лампового вольтметра по схеме рис. 2. Ламповый вольтметр включается в сеть через стабилизатор

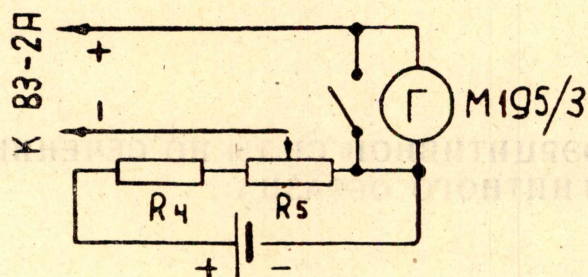


Рис. 2. Схема включения гальванометра в цепь измерительного прибора лампового вольтметра

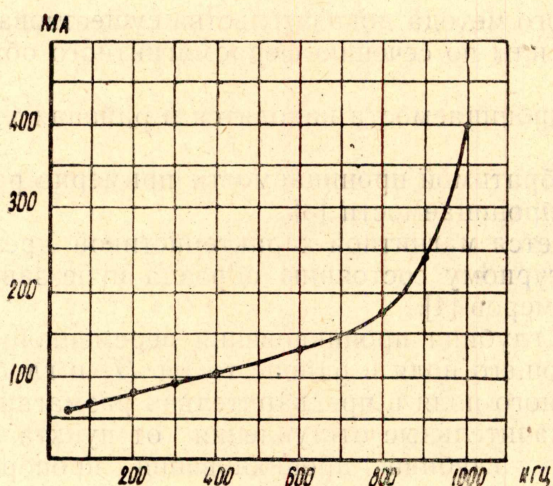


Рис. 3. Зависимость величины размагничивающего тока от частоты

Эксперимент подтвердил эти соображения. Один из результатов целой серии испытаний различных образцов представлен на рис. 3.

Значительное возрастание коэрцитивной силы на поверхности образца объясняется, по-видимому, микротрещинами, возникающими в результате холодной вытяжки труб, из которых были нарезаны образцы.

### Выводы

1. Коэрцитивная сила по сечению образца может быть существенно неоднородной.

2. Если структурная неоднородность имеет четко выраженную границу (закалка токами высокой частоты), то описанный метод позволит экспериментально установить оптимальную частоту для контроля качества поверхностных слоев ферромагнитных изделий методом вихревых токов. Оптимальной частотой будет та, при которой глубина проникно-

напряжения. Это снижает влияние бросков в сети на работу гальванометра.

После проведения магнитной подготовки с выходом на предельные значения индукции намагничивающая цепь размыкается, и в точке  $B_r$  потенциометром  $R_5$  производится компенсация тока, протекающего через измерительный прибор вольтметра. Затем размыкается рубильник  $P$  и начинается медленное размагничивание образца путем выведения реостатов  $R_1$  и  $R_2$ .

Если бы образец был изотропным, то коэрцитивные силы любого слоя были бы одинаковы, и зависимость  $H_c = f(\omega)$  представит прямую, параллельную оси абсцисс.

Если же образец структурно неоднороден по сечению, причем изменение неоднородности происходит по радиусу образца, то коэрцитивные силы, полученные на разных частотах, должны получиться неодинаковыми.



вения поля равна глубине контролируемого слоя у эталонного образца. Можно сказать, что оптимальной частотой будет частота, начиная с которой происходит резкое изменение коэрцитивной силы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. К. М. Поливанов. Ферромагнетики, Госэнергоиздат, 1957.
  2. Г. Рейнбот. Технология и применение магнитных материалов, Госэнергоиздат, 1963.
  3. Л. И. Рабкин. Высокочастотные ферромагнетики, Физматгиз, 1960.
  4. М. Н. Михеев и др. Магнитный контроль активного закаленного слоя валков холодной прокатки, закаливаемых токами промышленной частоты, АН СССР. Труды Института физики металлов, вып. 21, 1959.
-